

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. April 2002 (11.04.2002)

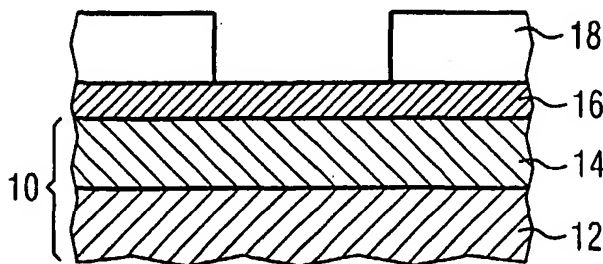
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/29879 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01L 21/311**, [DE/DE]; Badstrasse 11, 01454 Radeberg (DE). **TEWS**,
G03F 7/42 Rene [DE/DE]; Forststrasse 24, 01099 Dresden (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/11072 (74) Anwälte: **GINZEL**, Christian usw.; Postfach 33 09 20,
80069 München (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 25. September 2001 (25.09.2001) (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch NL, PT, SE, TR).
- (30) Angaben zur Priorität: 100 49 054.9 4. Oktober 2000 (04.10.2000) DE Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eintreffen
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **INFINEON TECHNOLOGIES AG** [DE/DE]; St.-
Martin-Strasse 53, 81669 München (DE). Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BRECHER, Lothar**

(54) Title: METHOD FOR ETCHING ORGANIC ANTI-REFLECTING COATINGS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ÄTZEN VON ORGANISCHEN ANTIREFLEXIONSSCHICHTEN



same time for a high selectivity for the substrate.

(57) Abstract: The invention relates to a method for etching organic anti-reflecting coatings, comprising the following steps: providing a substrate to at least some section of which an organic anti-reflecting coating is applied, and subjecting at least a section of the anti-reflecting coating to a plasma. Said plasma is produced from a gaseous mixture comprising a molecular oxygen source, chlorine Cl₂ and/or hydrogen bromide HBr and/or sulfur dioxide SO₂. The selection of said gaseous mixtures for producing the etching plasma allows for a high transmission exactness of the lithography structures onto the substrate and at the

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zum Ätzen organischer Antireflexionsschichten, das die folgenden Schritte umfaßt: ein Substrat wird bereitgestellt, auf dem zumindest in Teilbereichen eine organische Antireflexionsschicht aufgebracht ist; die Antireflexionsschicht wird zumindest in Teilbereichen einem Plasma ausgesetzt, wobei das Plasma aus einem Gasgemisch umfassend eine molekulare Sauerstoffquelle, Chlor Cl₂ und/oder Bromwasserstoff HBr und/oder Schwefeldioxid SO₂, erzeugt wird. Durch die Wahl dieser Gasgemische zur Erzeugung des ätzenden Plasmas wird eine hohe Übertragungsgenauigkeit der Lithographie-Strukturen auf das Substrat bei gleichzeitiger hoher Selektivität zum Substrat erreicht.

WO 02/29879 A1

Beschreibung

Verfahren zum Ätzen von organischen Antireflexionsschichten.

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ätzen
organischer Antireflexionsschichten.

In der Halbleitertechnologie spielen photolithographische
Verfahren zur Erzeugung integrierter Schaltungen auf einem
10 Halbleitersubstrat eine zentrale Rolle. Dabei wird eine
strahlungsempfindliche Resistschicht auf der Oberfläche der
zu strukturierenden Schicht eines Substrats aufgebracht und
in ausgesuchten Bereichen mit geeigneter Strahlung bestrahlt.
Anschließend werden entweder nur der bestrahlte oder
15 unbestrahlte Bereich der Photoresistschicht durch einen
geeigneten Entwickler von dem Substrat entfernt. Dabei
entspricht das so in der Photoresistschicht erzeugte Muster
dem Muster, das in einem weiteren Prozessschritt, z.B. einer
Ätzung oder einer Ionenimplantation, in die unter der
20 Photoresistschicht liegende, zu strukturierende
Substratschicht übertragen werden soll. In diesem
anschließenden Prozessschritt dient die entwickelte
Photoresistschicht somit als Maske, die einen Materialabtrag
in den durch sie abgedeckten Bereichen der Substratschicht
25 verhindert. Nach dem strukturierenden Prozessschritt wird die
Photoresistmaske wieder entfernt, die somit nicht Bestandteil
der integrierten Schaltung wird.

Von den verschiedenen bekannten Photolithographieverfahren
30 gewinnt die DUV-Photolithographie aufgrund der immer höher
werdenden Integrationsdichte der Schaltungen zunehmend an
Bedeutung. Dabei steht DUV für „deep ultraviolett“, also
Ultraviolettstrahlung mit einer Wellenlänge von kleiner ca.

Die Verwendung von organischen Antireflexionsschichten bedingt jedoch, dass diese in den Bereichen, in denen die Photoresistschicht beim Entwickeln entfernt wurde, ebenfalls entfernt werden muß, um so die Strukturierung des Substrats in einem anschließenden Prozeßschritt zu ermöglichen. Dies geschieht in der Regel durch Plasmaätzen. An diesen vorgelagerten Prozessschritt sind hohe Anforderungen zu stellen, da - ebenfalls bedingt durch die immer höher werdende Integrationsdichte in den Schaltungen - auch die Übertragungsgenauigkeit der durch die Photoresistmaske vorgegebenen Strukturen in das Substrat möglichst hoch sein sollte. Der zur Entfernung einer Antireflexionsschicht eingesetzte Plasmaätzprozess sollte somit die Photoresistmaske und deren Flanken möglichst nicht angreifen und eine möglichst hohe Selektivität zwischen dem ARC-Material und dem Substrat aufweisen. Bei einer nur geringen Selektivität des Ätzprozesses können sonst Schwankungen in der Dicke der aufgetragenen Antireflexionsschicht zu einem unterschiedlich starken Abtrag in der darunterliegenden Substratschicht führen. Dies ist besonders wichtig, wenn die Einstellung der Ätztiefe des Plasmaätzprozesses lediglich über die Ätzzeit erfolgt, was regelmäßig der Fall ist, wenn keine Ätzstoppschicht verwendet werden kann.

Um eine organische Antireflexionsschicht vor dem eigentlichen Strukturierungsschritt von dem Substrat zu entfernen, kommen im wesentlichen Plasmaätzverfahren wie z.B. reaktives Ionenätzen (RIE, reactive ion etching) oder ähnliche ionenunterstützte Ätzverfahren zum Einsatz. Als Plasmagase werden dabei häufig N_2/O_2 -Gemische verwendet. US-Patent 5,910,453 beschreibt zum Beispiel die Verwendung eines magnetisch unterstützten reaktiven Ionenätzverfahrens (MERIE), in dem ein N_2/O_2 /Edelgas-Gasgemisch als Plasmagas dient. Darüber hinaus ist es bekannt, Fluorkohlenwasserstoffe

($C_xH_yF_z$) mit und ohne Anteilen an Sauerstoff oder Edelgasen als Gasgemische beim Plasmaätzen einzusetzen.

Im allgemeinen weisen die RIE-Verfahren, in denen N_2/O_2 -Gasgemische zum Ätzen der Antireflexionsschichten verwendet werden, eine sehr hohe Selektivität bezüglich des Substratmaterials, z.B. Siliziumoxid oder -nitrid, auf. Allerdings wird bei diesen Verfahren gleichzeitig die Photoresistmaske angegriffen und erodiert, wodurch die erreichbare kritische Dimension (CD) vergrößert wird.

Im Gegensatz dazu wird bei der Verwendung von Fluorkohlenwasserstoffen in den Ätzgasen zwar eine bessere Übertragungsgenauigkeit der durch die Photoresistmaske vorgegebenen Struktur in das Substrat erreicht, allerdings weisen diese Verfahren eine nur sehr geringe Selektivität zum Substrat auf.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Ätzen organischer Antireflexionsschichten bereitzustellen, welches die oben beschriebenen Nachteile verringert bzw. ganz vermeidet. Insbesondere ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Ätzverfahren bereitzustellen, das eine hohe Übertragungsgenauigkeit der Lithographie-Strukturen auf das Substrat mit einer hohen Selektivität zum Substrat verbindet.

Diese Aufgabe wird von dem Verfahren zum Ätzen organischer Antireflexionsschichten gemäß dem Patentanspruch 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen, Ausgestaltungen und Aspekte der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen, der Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen.

Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zum Ätzen organischer Antireflexionsschichten bereitgestellt, das die folgenden Schritte umfaßt: ein Substrat wird bereitgestellt, auf dem zumindest in Teilbereichen eine organische

5 Antireflexionsschicht aufgebracht ist; die Antireflexionsschicht wird zumindest in Teilbereichen einem Plasma ausgesetzt, wobei das Plasma aus einem Gasgemisch umfassend eine molekulare Sauerstoffquelle, Chlor Cl_2 und/oder Bromwasserstoff HBr und/oder Schwefeldioxid SO_2 ,

10 erzeugt wird.

Unter dem Begriff „Substrat“ wird im Rahmen dieser Erfindung sowohl eine einzige Materialschicht als auch ein Körper umfassend eine Folge von mehreren strukturierten und/oder

15 unstrukturierten Materialschichten verstanden. Das Substrat kann insbesondere Schichten aus Polysilizium, Siliziumoxid und/oder Siliziumnitrid umfassen. Unter dem Begriff Substrat fällt aber auch ein Siliziumwafer, d.h. ein Substrat im engeren Sinn.

20 Unter dem Begriff „molekulare Sauerstoffquelle“ sind im Rahmen dieser Erfindung gasförmige Verbindungen zu verstehen, durch die im Plasma Sauerstoffspezies wie z.B. O_2^+ oder O^+ generiert werden, die als Ätzspezies fungieren. Bevorzugt werden für das erfindungsgemäße Verfahren molekularer

25 Sauerstoff O_2 , Stickstoffmonoxid NO , Stickstoffdioxid NO_2 , Kohlenmonoxid CO , und/oder Kohlendioxid CO_2 eingesetzt, wobei die Verwendung von molekularem Sauerstoff besonders bevorzugt ist.

30 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens umfaßt das Gasgemisch, aus dem das Plasma erzeugt wird, zusätzlich ein Edelgas, vorzugsweise Argon oder Helium, wobei die Verwendung von Helium besonders

bevorzugt ist. Durch das Edelgas werden die Prozessgase in dem Plasma verdünnt, wodurch eine höhere Uniformität der Ätzrate über den gesamten Bereich des zu ätzenden Substrats erreicht wird. Zusätzlich kann über das Edelgas die

5 Elektronentemperatur in dem Plasma eingestellt werden und somit zusätzlich Einfluß auf die Erzeugung und Anregung der ätzenden Spezies genommen werden.

Durch die Wahl dieser Gasgemische zur Erzeugung des

10 ätzenden Plasmas wird eine hohe Übertragungsgenauigkeit der Lithographie-Strukturen auf das Substrat und eine hohe Selektivität zum Substrat erreicht. Im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren, die Fluorkohlenwasserstoffe ($C_xH_yF_z$) im Plasma verwenden, wird eine wesentlich gesteigerte

15 Selektivität zwischen der organischen Antireflexionschicht und dem Substrat erreicht. So kann z.B. beim Einsatz eines Gasgemisches aus Sauerstoff, Chlor und Helium eine Selektivität des Ätzprozesses gegenüber einer Siliziumoxidschicht von typischerweise 15:1 erreicht werden.

20 Wird hingegen das Plasma aus einem Gasgemisch aus Sauerstoff und Schwefeldioxid und optional Helium erzeugt, so kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Selektivität gegenüber einer Siliziumoxidschicht von typischerweise 100:1 erreicht werden.

25 Gegenüber den Verfahren, bei denen N_2/O_2 -Gasgemische als Plasmagas verwendet werden, ist die Übertragungsgenauigkeit der Lithographie-Struktur in die Antireflexionsschicht wesentlich verbessert und somit kleinere kritische Dimensionen realisierbar.

30 Ohne an die folgende Theorie gebunden sein zu wollen, wird vermutet, dass die verbesserte Übertragungsgenauigkeit darauf zurückzuführen ist, dass durch das Chlor, Bromwasserstoff und durch das Schwefeldioxid reaktive Spezies

in dem Plasma bereitgestellt werden, die mit den Komponenten der organischen Antireflexionsschichten bei der Ätzung zu neuen polymeren Materialien reagieren können. Es wird vermutet, dass diese neuen polymeren Materialien resistenter
5 gegenüber dem Ätzangriff durch das Plasma sind und sich auf den Flanken des Photoresists ablagern. Diese werden somit durch eine Seitenwandpassivierung wesentlich vor einem Ätzabtrag geschützt. Dieser Effekt ist bei der Verwendung von Chlor in dem Prozeßgas besonders ausgeprägt.

10 Die verbesserte Selektivität des Verfahrens wird auf die Vermeidung von fluorhaltigen Verbindungen zurückgeführt. Bei der Verwendung von Schwefeldioxid im Prozessgas ist eine besonders gesteigerte Selektivität des Ätzverfahrens festzustellen.

15 In den erfindungsgemäßen Verfahren können Gasgemische verwendet werden, in denen neben Sauerstoff Chlor oder Schwefeldioxid oder Bromwasserstoff zum Einsatz kommt. Die Gase können aber auch gleichzeitig neben Sauerstoff verwendet, oder Kombinationen einzelner dieser Gase. Die
20 Verwendung von entweder Chlor oder Schwefeldioxid oder Bromwasserstoff ist aber bevorzugt.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Gasgemisch, aus dem das Plasma erzeugt wird, durch Mischen zumindest eines O₂-
25 Gasstroms und eines Cl₂-Gasstroms bereitgestellt, wobei der O₂-Gasstrom eine Gasflußrate von 10 bis 100 sccm aufweist und der Cl₂-Gasstrom eine Gasflußrate von 10 bis 100 sccm aufweist.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des
30 erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Gasgemisch, aus dem das Plasma erzeugt wird, durch Mischen zumindest eines O₂-Gasstroms und eines SO₂-Gasstroms bereitgestellt, wobei der O₂-Gasstrom eine Gasflußrate von 10 bis 200 sccm aufweist und

der SO₂-Gasstrom eine Gasflußrate von 10 bis 200 sccm aufweist.

Besonders bevorzugt ist es, daß dem Gasgemisch, aus dem das Plasma erzeugt wird, zusätzlich Heliumgas mit einer
5 Gasflußrate von 10 bis 150 sccm beigemischt wird.

Für das erfindungsgemäße Verfahren kommt vorzugsweise reaktives Ionenätzen (RIE) als Plasmaätztechnik zum Einsatz. Das erfindungsgemäße Verfahren kann dabei in Standard-MDP- (medium-density-plasma) bzw. HDP (high-density-plasma) -
10 Ätzanlagen wie z.B. AMAT MxP bzw. LAM TCP durchgeführt werden. Wenn als Prozessgas ein Gemisch aus Sauerstoff, Schwefeldioxid und optional Helium zum Einsatz kommt, wird das erfindungsgemäße Verfahren vorzugsweise in Standard HDP- Ätzanlagen wie z.B. LAM TCP durchgeführt.

15

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird das Plasmaätzen, vorzugsweise reaktives Ionenätzen, magnetisch unterstützt (MERIE). Darüber hinaus können aber auch andere chemisch-physikalische Trockenätztechniken zum Einsatz
20 kommen. Diese sind dem Fachmann ebenfalls bekannt und können z.B. anodisch gekoppeltes Plasmaätzen im Parallelplattenreaktor oder Trioden reaktives Ionenätzen (TRIE) sein

25 In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die zu ätzende organische Antireflexionsschicht zwischen einer strukturierten Photoresistschicht und dem Substrat aufgebracht, wobei die organische Antireflexionsschicht nur in Teilbereichen durch
30 die strukturierte Photoresistschicht abgedeckt wird.

Unter dem Begriff „strukturierte Photoresistschicht“ ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine Photoresistschicht zu verstehen, die mittels geeigneter Bestrahlung - z.B. mit

DUV-Strahlung - und anschließender Entwicklung strukturiert wurde. D.h., dass die unter der strukturierten Photoresistschicht liegende Antireflexionsschicht in ausgewählten Bereichen nicht durch die Photoresistschicht abgedeckt wird und dort durch das Plasma geätzt und entfernt werden kann. Die „strukturierte Photoresistschicht“ dient somit als Maske.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens umfaßt die Photoresistschicht einen DUV-Photoresist. Dies ermöglicht die Strukturierung des Photoresists mittels DUV-Bestrahlung.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Figuren näher dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 - 5 ein Verfahren zum Strukturieren einer Siliziumoxidschicht, umfassend das erfindungsgemäße Verfahren zum Ätzen einer organischen Antireflexionsschicht, und

20

Fig. 6 Messungen der kritischen Dimensionen von Kontaktlöchern in einer strukturierten Siliziumoxidschicht in Abhängigkeit von deren Position auf dem Wafer.

Fig. 1 - 5 zeigen Prozessschritte eines DUV-Photolithographieverfahrens zur Strukturierung einer Siliziumoxidschicht, das Teil eines Gesamtprozesses zur Herstellung einer integrierten Schaltung bildet.

Zunächst wird ein Substrat 10 bereitgestellt, das eine obere, zu strukturierende Schicht 14 aufweist, die über einer Grundsicht 12 aufgebracht ist. Auf der zu strukturierenden Schicht 14 ist eine Antireflexionsschicht 16 aufgebracht, die wiederum von der Photoresistschicht 18 überlagert ist

(Fig. 1).

Die Grundsicht 12 kann aus einer Folge mehrerer
strukturierter und/oder unstrukturierter Schichten bestehen,
oder auch nur aus einem Siliziumwafer, d.h. einem Substrat im
5 eigentlichen Sinn. Die obere, zu strukturierende Schicht 14
kann z.B. aus Polysilizium, Siliziumoxid oder -nitrid
bestehen.

Als Photoresistschicht 18 kann eine Positivresist-
schicht oder eine Negativresistschicht verwendet werden. Bei
10 einer Positivresistschicht werden die belichteten, bei einer
Negativresistschicht werden die unbelichteten Bereiche des
Photoresists beim Entwickeln entfernt. Im vorliegenden Fall
wird die Verwendung einer Positivresistschicht gezeigt, d.h.
die im Entwicklungsschritt entfernten Bereiche der
15 Photoresistschicht 18 wurden vorher belichtet.

Als Antireflexionschicht 16 werden Schichten aus
organischen langkettigen oder polymeren Materialien
verwendet. Die genaue Beschaffenheit der
Antireflexionsschichten ist nicht von entscheidender
20 Bedeutung für das erfindungsgemäße Verfahren. Geeignet sind
z.B. Antireflexionsschichten, die von der Firma Brewster
unter der Bezeichnung DUV30 kommerziell angeboten werden. Es
können aber auch andere Schichtmaterialien eingesetzt werden.

Die Photoresistschicht 18 wird mit DUV-Strahlung
25 belichtet und entwickelt, wodurch die gemäß der Belichtung
strukturierte Photoresistmaske 18' zurückbleibt (Fig.2). In
den Bereichen, in denen der Photoresist entfernt wurde, liegt
die Antireflexionschicht 16 jetzt frei. Diese wird durch das
erfindungsgemäße Ätzverfahren in den freiliegenden Bereichen
30 entfernt und bleibt in den abgedeckten Bereichen 16' auf der
zu strukturierenden Schicht 14 zurück (Fig. 3). Anschließend
wird durch ein sich anschließendes Ätzverfahren die zu
strukturierende Schicht 14 abgetragen, die somit die durch

die Photoresistmaske vorgegebene Struktur enthält. Als Ätzverfahren für diesen Prozessschritt kommt jedes Ätzverfahren in Betracht, das für das ausgewählte Material der Schicht 14 geeignet ist.

- 5 Abschließend werden dann die Photoresistmaske 18' und die verbleibenden Bereiche der Antireflexionsschicht 16' von dem Substrat 10 entfernt, das jetzt die strukturierte obere Schicht 14' aufweist (Fig. 5).

- 10 Im folgenden werden Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Ätzen einer organischer Antireflexionsschicht beschrieben.

- In den nachfolgenden Beispielen wurden durch reaktives
15 (RIE) bzw. magnetisch (MERIE) unterstütztes reaktives Ionenätzen Kontaktlöcher in aufgeschleuderte, organischen Antireflexionschichten geätzt, wobei unterschiedliche Gasgemische zur Erzeugung des jeweiligen Ätzplasmas verwendet wurden. In allen Ausführungsbeispielen wurde auf den
20 jeweiligen Antireflexionsschichten identische DUV-Photoresistmasken aufgebracht. Als Antireflexionsschicht wurde jeweils eine Schicht aus DUV30 der Firma BREWSTER verwendet.

- Nach dem Plasmaätzen der Antireflexionsschicht wurde in jedem Beispiel die unter der Photoresistmaske und
25 Antireflexionsschicht liegende Siliziumoxidschicht mittels herkömmlicher Plasmaätzverfahren strukturiert.

Die Plasmaätzverfahren wurden in Standard MDP-Ätzanlagen wie z.B. AMAT MxP, oder Standard HDP-Ätzanlagen wie z.B. LAM TCP durchgeführt.

30

Ausführungsbeispiel 1:

In diesem Ausführungsbeispiel wurde die organische Antireflexionschicht mittels eines Plasmas geätzt, das aus einem Gasgemisch aus Sauerstoff, Chlor und Helium erzeugt wurde.

5 Dabei wurden die folgenden Prozeßparameter eingehalten:

	Druck:	5 bis 100 mtorr
	HF-Leistung:	50 bis 600 W
	elektr. Frequenz:	13,56 MHz
10	magn. Flußdichte:	0 bis 60 G
	Gasflußraten:	10 bis 150 sccm He
		10 bis 100 sccm Cl ₂
		10 bis 100 sccm O ₂

15 Ausführungsbeispiel 2:

In diesem Ausführungsbeispiel wurde die organische Antireflexionschicht mittels eines Plasmas geätzt, das aus einem Gasgemisch aus Sauerstoff und Schwefeldioxid erzeugt wurde.

20 Dabei wurden die folgenden Prozeßparameter eingehalten:

	Druck:	0 bis 40 mtorr
	Top-HF-Leistung:	200 bis 500 W
25	Bottom-HF-Leistung:	13,56 MHz
	Gasflußraten:	10 bis 200 sccm SO ₂
		10 bis 200 sccm O ₂

Zu Vergleichszwecken wurden zusätzlich analoge Plasmaätzversuche mit Plasmen aus N₂/O₂-Gasgemischen durchgeführt.

30 Die Ergebnisse dieses Vergleichs sind in Fig. 6 abgebildet.

- In Fig. 6 sind die kritischen Dimensionen (CD) von Kontaktlöchern, die in eine Siliziumoxidschicht einer Metallisierungsebene geätzt wurden, in Abhängigkeit von deren Position der geätzten Struktur auf dem Wafer aufgetragen. In dem oberen Graphen aus Fig. 6 ist die obere Breite der geätzten Kontaktlöcher gegen deren Position auf dem Wafer aufgetragen; in dem unteren Graphen ist die jeweils korrespondierende untere Breite der Kontaktlöcher gegen deren Position auf dem Wafer aufgetragen.
- 5
- 10 Für jede Meßreihe [Gasgemische: a) $O_2/Cl_2/He$, b) O_2/SO_2 und c) N_2/O_2] wurden jeweils 20 Kontaktlöcher an verschiedenen Positionen auf dem Wafer vermessen. Diese Kontaktlöcher wurden nach der Ätzung der organischen Antireflexionsschichten mittels Standardverfahren in die darunterliegende
- 15 Siliziumoxidschicht geätzt.

- Aus den Graphen in Fig. 6 geht hervor, dass durch die Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Ätzen der organischen Antireflexionsschicht kleinere kritische
- 20 Dimensionen bei der anschließenden Strukturierung einer Siliziumoxidschicht erzielt werden können. Bei der Plasmaätzung der organischen Antireflexionsschicht mittels des O_2/SO_2 - und des $O_2/Cl_2/He$ -Gasgemisches werden bei der anschließenden Ätzung der Siliziumoxidschicht beidemal
- 25 kleinere kritischen Dimensionen erreicht als bei der Verwendung eines Plasmas aus einem N_2/O_2 -Gasgemisch. Dieser vorteilhafte Effekt ist bei der Plasmaätzung der organischen Antireflexionsschicht durch das $O_2/Cl_2/He$ -Gasgemisch besonders ausgeprägt. Diese Ergebnisse verdeutlichen, daß mit
- 30 dem erfindungsgemäßen Verfahren eine größere Übertragungsgenauigkeit der Lithographie-Struktur in eine zu strukturierende Schicht, wie z.B. Siliziumoxid, möglich wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ätzen einer organischen
Antireflexionsschicht, umfassend die Schritte:
 - 5 a) ein Substrat (10) wird bereitgestellt, auf dem
zumindest in Teilbereichen eine organische
Antireflexionsschicht (16) aufgebracht ist,
 - 10 b) die Antireflexionsschicht (16) wird zumindest in
Teilbereichen einem Plasma ausgesetzt, wobei das Plasma
aus einem Gasgemisch umfassend eine molekulare
Sauerstoffquelle, Chlor Cl_2 und/oder Bromwasserstoff HBr
und/oder Schwefeldioxid SO_2 erzeugt wird.
- 15 2. Verfahren gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß als
molekulare Sauerstoffquelle ein Gas ausgewählt aus der
Gruppe umfassend molekularen Sauerstoff O_2 ,
20 Stickstoffmonoxid NO , Stickstoffdioxid NO_2 , Kohlenmonoxid
 CO und/oder Kohlendioxid CO_2 verwendet wird.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß als
25 molekulare Sauerstoffquelle molekularer Sauerstoff O_2 ,
verwendet wird.
4. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß das
30 Gasgemisch zusätzlich mindestens ein Edelgas enthält.
5. Verfahren gemäß Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, daß das

Edelgas Helium ist.

6. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß das
5 Gasgemisch, aus dem das Plasma erzeugt wird, durch Mischen
zumindest eines O_2 -Gasstroms und eines Cl_2 -Gasstroms
bereitgestellt wird, wobei der O_2 -Gasstrom eine
Gasflußrate von 10 bis 100 sccm aufweist und der Cl_2 -
Gasstrom eine Gasflußrate von 10 bis 100 sccm aufweist.
10
7. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß das
Gasgemisch, aus dem das Plasma erzeugt wird, durch Mischen
zumindest eines O_2 -Gasstroms und eines SO_2 -Gasstroms
15 bereitgestellt wird, wobei der O_2 -Gasstrom eine
Gasflußrate von 10 bis 200 sccm aufweist und der SO_2 -
Gasstrom eine Gasflußrate von 10 bis 200 sccm aufweist.
8. Verfahren gemäß Anspruch 5 oder 6,
20 dadurch gekennzeichnet, daß dem
Gasgemisch Helium mit einer Gasflußrate von 10 bis 150
sccm beigemischt wird.
9. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8,
25 dadurch gekennzeichnet, daß das
Ätzverfahren durch ein Magnetfeld unterstützt wird.
10. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche,
30 dadurch gekennzeichnet, daß
die zu ätzende organische Antireflexionsschicht (16)
zwischen einer strukturierten Photoresistschicht (18') und
dem Substrat (10) angebracht ist, wobei die organische
Antireflexionsschicht (16) nur in Teilbereichen durch die

strukturierte Photoresist (18') abgedeckt wird.

11. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 8 bis 17,
dadurch gekennzeichnet, daß die
5 strukturierte Photoresist (18') einen DUV-
Photoresist umfaßt.

FIG 1

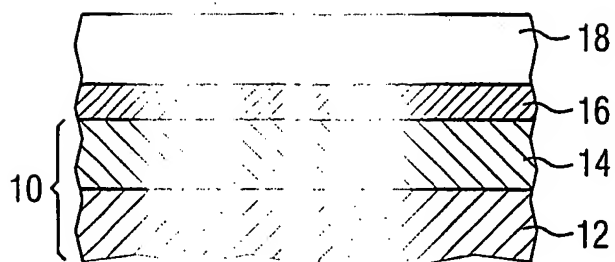
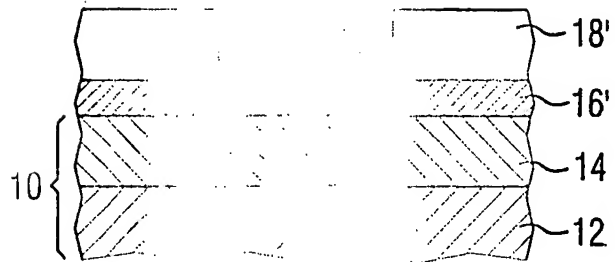


FIG 2



FIG 3



4

Fig. 4

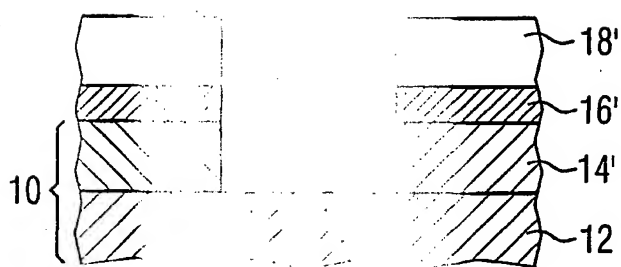
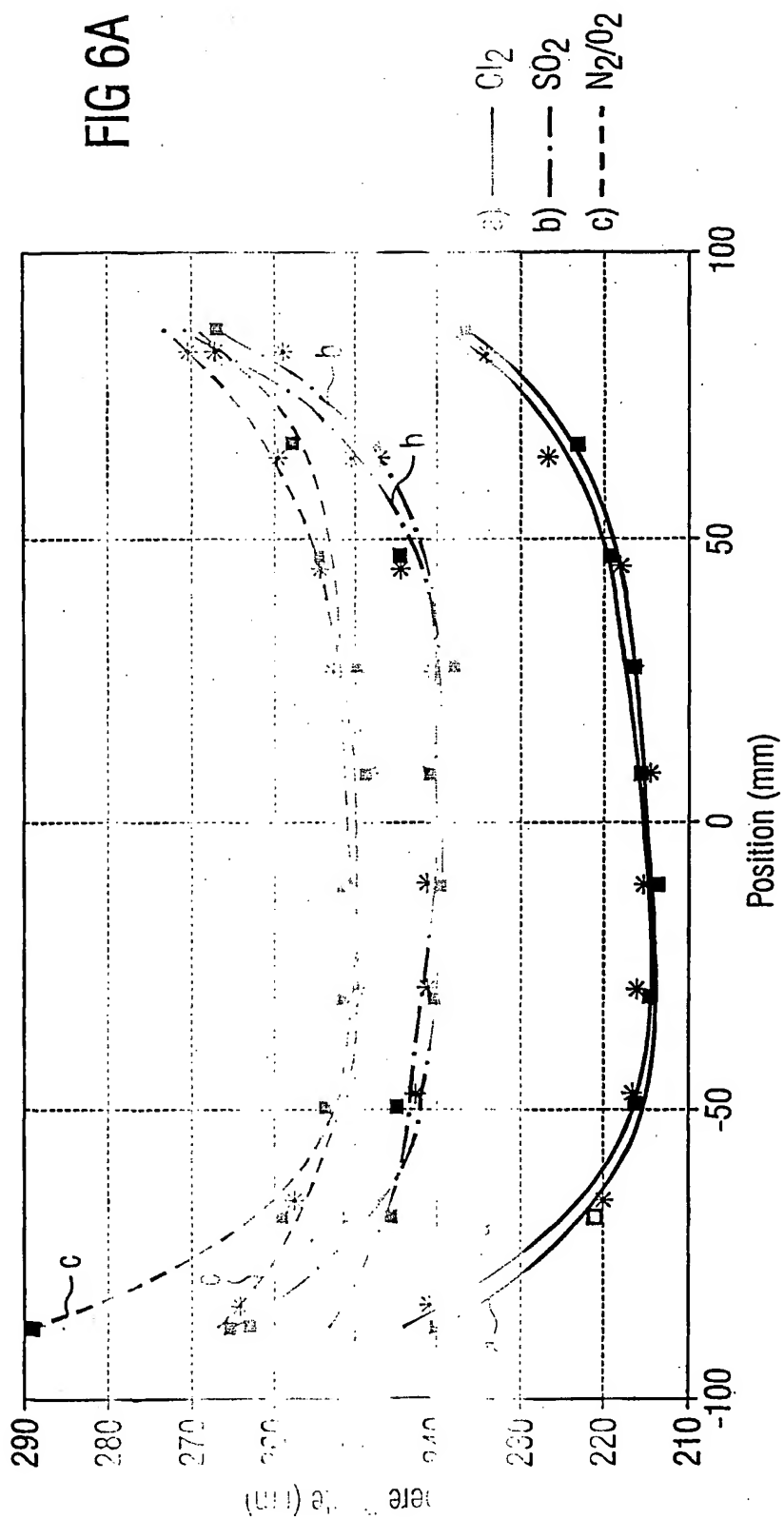


Fig. 5

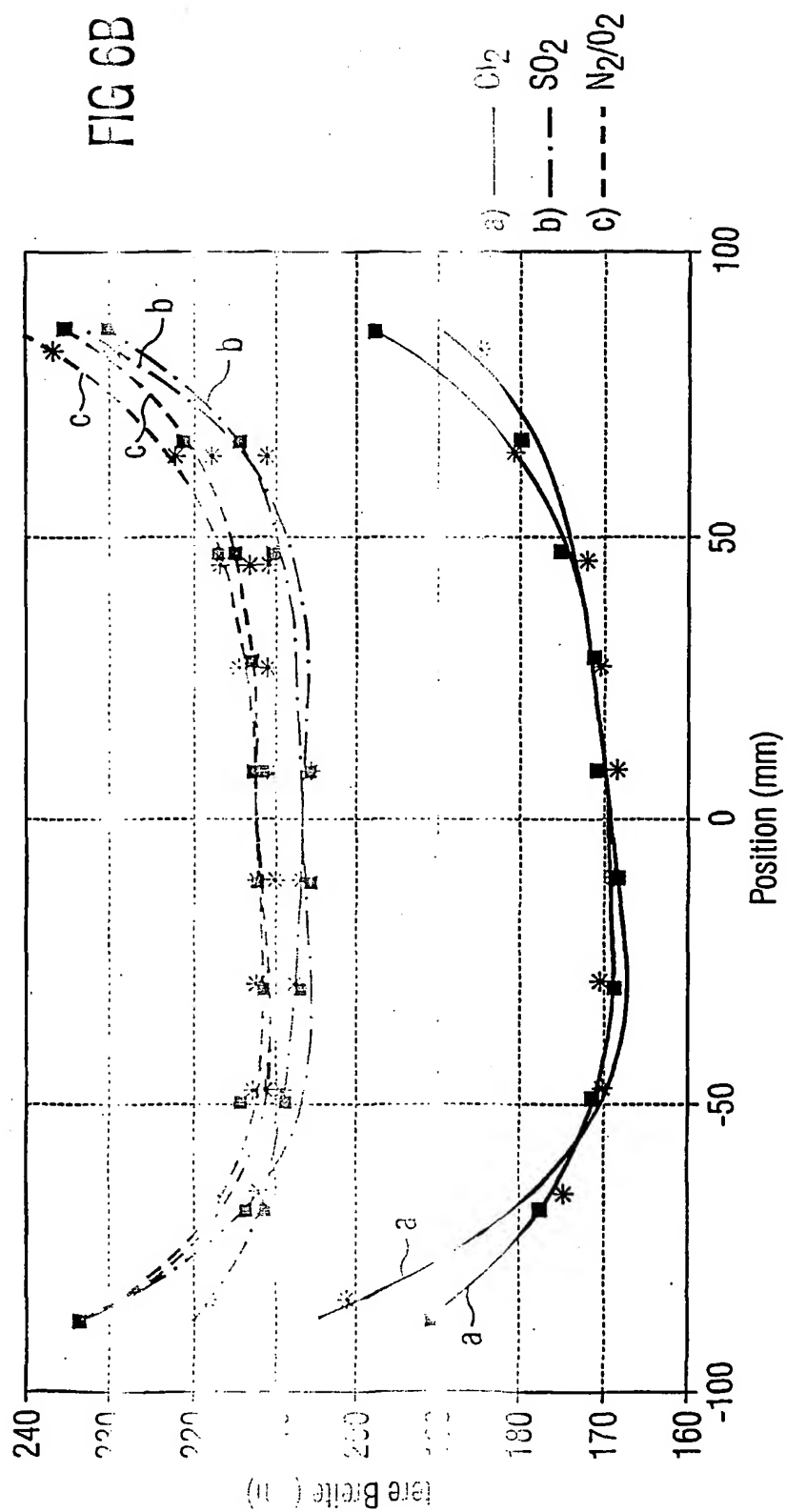


8/4

FIG 6A



4/4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 01/11072

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 H01L21/311 G03F 7/40

According to International Patent Classification (IPC) international classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched: classification (symbol) by classification (symbols)
 IPC 7 H01L G03F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base used, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, ISPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 080 633 A (INTEL CORP) 27 June 2000 (2000-06-27) abstract	1-3,7,10,11
X	EP 0 820 033 A (MATERIAL INC) 21 January 1998 (1998-01-21) abstract	1-5,10,11
Y		8,9
X	EP 0 903 713 A (ELECTRONIC IND CO LTD) 24 March 1999 (1999-03-24) tables	1-3,6,7,10,11
X	FR 2 673 743 A 11 September 1991 (1991-09-11) claims	1-3,7



Further documents are listed in the continuation of this report



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is considered to be of particular relevance;
 "E" earlier document but published on or after the filing date;
 "L" document which may throw doubt on priority which is cited to establish the publication or other special reasons for specifying;
 "O" document referring to an oral disclosure, by other means;
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed.

- "P" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention;
 "R" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone;
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art;
 "F" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 February 2002

Date of mailing of the international search report

13/02/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.O. Box 1
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340 0000, Tx 340 0000
 Fax (+31-70) 340 0000

Authorized officer

Gori, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCI/EP 01/11072

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		RELEVANT	
Category *	Citation of document, with indication of the kind of document	Relevant to the prior art	Relevant to claim No.
X	US 6 040 243 A (CHI ET AL) 21 March 2000 (2000-03-21) column 4, line 1 to 11, 64		1-4,6
Y	US 5 910 443 A (GU ET AL) 8 June 1999 (1999-06-08) cited in the application abstract		8,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 01/11072

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 040 243 A (CHEN ET AL) 21 March 2000 (2000-03-21) column 4, line 44 - line 54 -----	1-4,6
Y	US 5 910 453 A (GUPTA ET AL) 8 June 1999 (1999-06-08) cited in the application abstract -----	8,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/11072

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 6080678	A	27-06-2000	KR	232187 B1	01-12-1999
			JP	10199864 A	31-07-1998
EP 0820093	A	21-01-1998	EP	0820093 A1	21-01-1998
			JP	10098029 A	14-04-1998
EP 0903777	A	24-03-1999	EP	0903777 A1	24-03-1999
			JP	2928391 B2	03-08-1999
			US	6187688 B1	13-02-2001
			CN	1213456 A	07-04-1999
			WO	9832162 A1	23-07-1998
FR 2673763	A	11-09-1992	FR	2673763 A1	11-09-1992
US 6040249	A	21-03-2000	NONE		
US 5910453	A	08-06-1999	NONE		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/11072

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 6080678	A	27-06-2000	KR	232187 B1	01-12-1999
			JP	10199864 A	31-07-1998
EP 0820093	A	21-01-1998	EP	0820093 A1	21-01-1998
			JP	10093029 A	14-04-1998
EP 0903777	A	24-03-1999	EP	0903777 A1	24-03-1999
			JP	2928391 B2	03-08-1999
			US	6187688 B1	13-02-2001
			CH	1213456 A	07-04-1999
			RU	9832162 A1	23-07-1998
FR 2673763	A	11-09-1992	FR	2673763 A1	11-09-1992
US 6040248	A	21-03-2000	NONE		
US 5910453	A	08-06-1999	NONE		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/11072

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht fallenden Teile	Bez. Anspruch Nr.
X	US 6 040 248 A (CHEN ET AL) 21. März 2000 (2000-03-21) Spalte 4, Zeile 44 - Zeile 54 -----	1-4,6
Y	US 5 910 453 A (GUPTA ET AL) 8. Juni 1999 (1999-06-08) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung -----	8,9

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu den in der hundertsten Auflage des Patentanhangs enthaltenen

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/11072

Im Recherche-bericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6080678 A	27-06-2000	KR 237137 B1 JP 10197754 A	01-12-1999 31-07-1998
EP 0820091 A	21-01-1998	EP 0327783 A1 JP 10097719 A	21-01-1998 14-04-1998
EP 0903777 A	24-03-1999	EP 0903777 A1 JP 2911391 B2 US 6157683 B1 CN 1217466 A WO 9837712 A1	24-03-1999 03-08-1999 13-02-2001 07-04-1999 23-07-1998
FR 2671043 A	11-09-1992	FR 2671043 A1	11-09-1992
US 6040008 A	01-03-2000	KEINE	
US 5910413 A	08-06-1999	KEINE	